

PUBLICATION NUMBER : 10315124  
PUBLICATION DATE : 02-12-98

APPLICATION DATE : 16-05-97  
APPLICATION NUMBER : 09126697

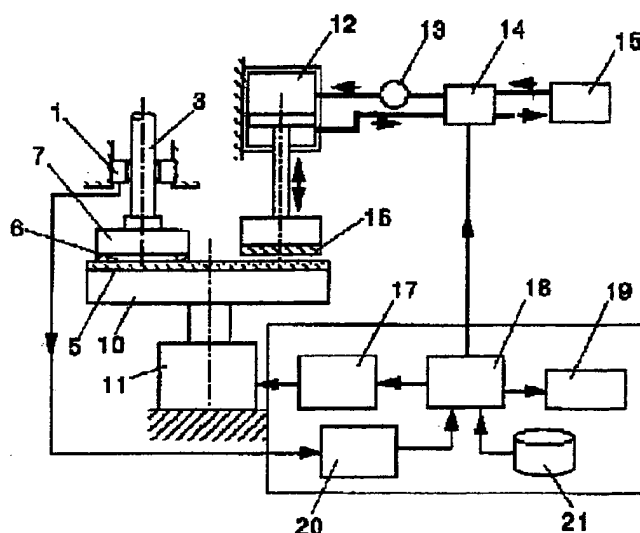
APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : NISHIGUCHI TAKASHI;

INT.CL. : B24B 37/04 B24B 37/00

TITLE : POLISHING METHOD AND POLISHING  
DEVICE

BEST AVAILABLE COPY



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To detect polishing efficiency on the spot by detecting sliding resistance acting between a polishing pad surface and a semiconductor base board, and also premeasuring the relationship between the sliding resistance and the polishing efficiency.

SOLUTION: At polishing, a sliding resistance signal from a load converter 1 is inputted to a personal computer 18 after A/D conversion is performed by an A/D converter 20, and is converted into polishing efficiency from reference data 21 on premeasured sliding resistance and polishing efficiency. A polishing quantity is calculated by integrating this polishing efficiency in polishing time. The calculated polishing quantity is displayed on a display 19, and when it reaches a desired polishing quantity, a stopping signal is sent to a surface plate driving motor controller 17, and a surface plate driving motor 11 is automatically stopped. The polishing efficiency at polishing is also monitored at any time, and when the polishing efficiency reduces more than a prescribed value, a sequence of automatically dressing a polishing pad 5 is performed.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-315124

(43) 公開日 平成10年(1998)12月2日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

F I

B 2 4 B 37/04  
37/00

B 2 4 B 37/04  
37/00

D  
A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-126697

(22) 出願日 平成9年(1997)5月16日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小島 弘之

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 大川 哲男

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 佐藤 秀己

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

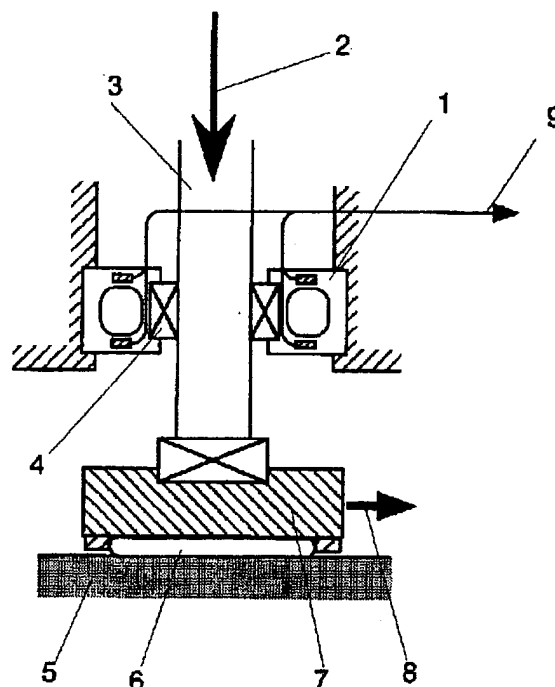
(54) 【発明の名称】 研磨方法および研磨装置

(57) 【要約】

【課題】 LSIウエハのCMPで、研磨能率ならびに研磨量を  
その場で検出できる手段を提供する。

【解決手段】 研磨パッド5の表面と、半導体基板の間に  
働く摺動抵抗8を検知するようにした。さらに摺動抵抗8  
と研磨能率の関係をあらかじめ測定しておくことで、研  
磨能率のその場検出を可能とした。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】微細回路パターンを形成した半導体基板の表面を加圧ヘッドを介して研磨定盤に貼付された研磨パッドに押し付け、前記微細回路パターンの形成に伴って生じた凹凸を平坦に研磨する研磨装置に於いて、前記半導体基板の表面と前記研磨パッド間に生じる摺動抵抗を検出する機能を有することを特徴とする研磨装置。

【請求項2】請求項1に於いて、前記摺動抵抗の変化と研磨時間とから研磨の進行状況の監視を行う研磨方法。

【請求項3】請求項2に記載の研磨方法を動作シーケンスに組み込んだ研磨装置。

【請求項4】請求項1に於いて、前記摺動抵抗から前記研磨パッド表面の摩滅状態を判定して前記研磨パッド表面の修復を行う研磨方法。

【請求項5】請求項4の前記研磨方法を動作シーケンスに組み込んだ研磨装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は研磨装置および研磨方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】高密度半導体集積回路素子の形成プロセスの過程で絶縁膜や金属膜のパターン形成等によってLSIウエハ表面は複雑な凹凸が生じる。この凹凸を持ったLSIウエハ表面上に引き続きパターン形成を行うと、リソグラフィプロセスにおける焦点深度の余裕が無いためにパターン転写での解像度が不足したり、凹凸の段差部における金属配線膜の欠損が生じるなど、高密度半導体集積回路の作成上の障害となる場合があった。この問題を解消するためLSIウエハ表面を研磨パッドを貼り付けた研磨定盤に押し付けながら摺動し、凹凸を研磨により平坦化するCMP法が採用されている。

【0003】従来、CMP法における研磨量の管理は、単位時間あたりの研磨量、すなわち研磨能率をあらかじめ実験的に測定しておき、所望の研磨量を測定した研磨能率で除して必要な研磨時間を決定することで行っていた。ところが研磨能率は研磨速度や研磨荷重といった研磨条件を一定に保っていても、研磨の進行に伴って研磨パッド表面が摩耗するために大きく変動する。このため従来のCMP法では所定の研磨回数毎にダミー基板により研磨能率を測定し、研磨時間の補正を行う必要がある。また、表面が摩滅した研磨パッドは修復のためダイヤモンド砥石などをを用いたドレッシングを行う必要があるが、その都度、研磨能率の測定校正を行っている。このように従来の研磨量管理はきわめて煩雑であり、これを回避するための技術開発が望まれていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】研磨パッド表面と半導体基板表面間の摺動抵抗の検出による、研磨能率のその場検出の手段を提供する。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】研磨パッド表面と、半導体基板の間に働く摺動抵抗を検知するようにした。さらに摺動抵抗と研磨能率の関係をあらかじめ測定しておくことで、研磨能率のその場検出を可能とした。

【0006】LSIウエハの研磨で、ウエハに与えられた総仕事量 $W$ はウエハ、研磨パッド間の摺動抵抗を摺動距離で積分したものとなり、摺動抵抗を $F$ 、摺動距離を $x$ とすれば、 $(W = \int F(x) dx)$ で表される。ウエハ表面の除去に要する仕事量は、この総仕事量 $W$ の一部であり、残りの仕事量は摺動に伴う摩擦熱などに変化する。従って、総仕事量のうち、ウエハ表面の除去に使われる仕事量の割合がほぼ一定の範囲では総仕事量とウエハ表面の除去量、すなわち研磨量は比例し、比例計数を $k$ 、研磨量を $v$ とすれば $(v = k \int F(x) dx)$ となる。ここで摺動距離 $x$ は研磨速度 $u$ の時間積分 $(x = \int u(t) dt)$ であるから、これを $(v = k \int F(x) dx)$ に代入して両辺の時間微分を取ると $(dv/dt = kF(t)u(t))$ なる関係が得られる。研磨速度 $(u(t))$ が時間によらず一定であれば、摺動抵抗 $F$ と研磨量の時間微分 $(dv/dt)$ 、すなわち研磨能率が比例することがわかる。実用的には研磨条件の影響を受けるために必ずしも摺動抵抗と研磨能率は比例しないと考えられるが、任意の研磨条件の下における摺動抵抗と研磨能率の関係をあらかじめ測定し、これを用いることで研磨中の摺動抵抗 $F$ から研磨能率 $(dv/dt)$ を把握できる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照しながら、本発明の一実施例について説明する。

【0008】図1は本発明の摺動抵抗検出方法の概略図である。研磨荷重2を印加してウエハ6を研磨する際、研磨パッド5、ウエハ6間に発生する摺動抵抗8はチャック7、主軸3、軸受4を介して荷重変換器1によって摺動抵抗信号9に変換される。研磨パッド半径上のウエハの位置によって研磨中の摺動抵抗の方向は異なるため、荷重変換器1は主軸と直交する平面内で直交する二分力を測定し、この二分力の合力を摺動抵抗信号9とする。

【0009】図2は本発明の研磨装置のブロック図である。研磨中に荷重変換器1からの摺動抵抗信号9はA/D変換器20によりA/D変換後、パーソナルコンピュータ18に入力され、予め測定しておいた摺動抵抗と研磨能率の参照データ21より後述の方法で研磨能率に変換される。この研磨能率を研磨時間で積算してゆくことで研磨量を算出する。算出された研磨量は表示器19に表示し、所望の研磨量に達した場合は定盤駆動モータコントローラ17に停止信号を送り、定盤駆動モータ11を自動的に停止させる。さらに、研磨中の研磨能率の監視を随時行い、研磨能率が所定の値より低下した場合、パーソナルコンピュータ18から空気流路切り替えバルブ14を切り替える信号を送り、エアコンプレッサ15からの圧縮空気をエアシリンダ12に送り、ダイヤモンド砥石16を研磨定盤10に貼付

された研磨パッド5に押しつけドレッシングを行う機能を備える。なお、押しつけ圧力は圧力レギュレータ13で任意の値に調整でき、ダイヤモンド砥石は図示されていないモータにより任意の回転数で自転できるようになっている。また、研磨試料には直径150mmのSiウエハ表面に液状ガラスを回転塗布した後、熱処理を行い約2 $\mu$ mの厚さのSi酸化膜を形成したものをを用いた。

【0010】図3はSiウエハをSiO<sub>2</sub>砥粒濃度3%の水溶液を圧縮弾性率100Mpa、厚さ1mmの発泡ポリウレタンを表面に貼付した研磨定盤上に100ml/minの割合で供給して研磨を行った場合の摺動抵抗および研磨能率のウエハ研磨枚数に伴う変化を表したものである。このときの研磨定盤へのSiウエハの押しつけ圧力は500g/cm<sup>2</sup>、Siウエハ中心位置での研磨定盤の摺動速度は300mm/sである。また、Siウエハは20r/minで自転させた。同図よりウエハの研磨枚数が増加するに従って、摺動抵抗、研磨能率とも減少することがわかる。なお、研磨能率の測定は研磨前にSiウエハ上のSi酸化膜厚を(米)Nanometrix社製の膜厚計Nanospec4100を用いて測定し、研磨後に再度Si酸化膜厚の測定を行い、研磨前後の膜厚の差を研磨時間で除して求めた。

【0011】図4は図3の結果から摺動抵抗と研磨能率の相関を示した。このデータから研磨能率を摺動抵抗の3次式として近似を行い、その場検出された摺動抵抗よりパーソナルコンピュータを用い実時間で研磨能率を算出し、さらにパーソナルコンピュータ上で研磨能率の時間積分を行い研磨量を算出する。

【0012】以上の結果を用いて、研磨量1 $\mu$ mを目標とし、研磨パッドのドレッシングを行わず、ウエハを25枚連続して研磨を行った。各ウエハは研磨開始後、表示器に表示された研磨量が1 $\mu$ mになった時点で研磨を終了した。その結果、従来の研磨方法では研磨量に約 $\pm 0.15\mu$ mのばらつきが生じるのに対して、本研磨装置を用いた研磨加工では研磨量のばらつきが約 $\pm 0.03\mu$ mに抑制されることが確認された(図5参照)。

【0013】次に、研磨能率が所定の値より低下した場合に研磨パッドのドレッシングを自動的に行うシーケンスを実行し、従来方法との比較を行った。従来方法はSiウエハ10枚を研磨する毎にダミーウエハによる研磨能率の実測を行い、研磨時間の補正ならびに研磨能率が所定の値より低下していた場合には研磨パッドのドレッシングを行うようにした。研磨量の目標値は1 $\mu$ mとし、ウエハ10枚を連続して研磨した。その結果、従来の研磨加工法では研磨量におよそ $\pm 0.15\mu$ mのばらつきが生じるのに対し、本発明では研磨量のばらつきが約 $\pm 0.03\mu$ mに抑制されることが確認された(図6参照)。また、このときのSiウエハ100枚を研磨するための所要時間は従来の方法を利用した研磨加工では約1400分であったのに対し、本研磨装置を利用した研磨加工ではその1/3の500minであり、ウエハ製造効率の向上が確認された。

【0014】

【発明の効果】本発明により得られる最大の効果はCMPで問題となる研磨量の管理が従来以上に簡便に行えることにある。また、付加的に得られる効果としては、その管理の自動化が可能な点にあり、製造工程の大幅な簡略化ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】摺動抵抗検出方法の説明図。

【図2】研磨装置のブロック図。

【図3】ウエハ研磨枚数と摺動抵抗および研磨能率の相関の特性図。

【図4】摺動抵抗と研磨能率の相関の特性図。

【図5】ウエハ研磨枚数に伴う研磨量の変動についての本発明と従来法の比較の説明図。

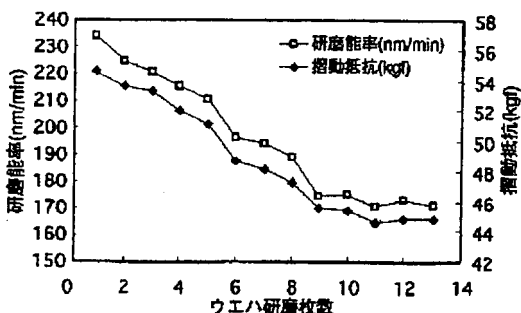
【図6】ウエハ研磨枚数に伴う研磨量の変動についての本発明と従来法の比較の説明図。

【符号の説明】

1…荷重変換器、2…研磨荷重、3…主軸、4…軸受、5…研磨パッド、6…ウエハ、7…チャック、8…摺動抵抗、9…摺動抵抗信号。

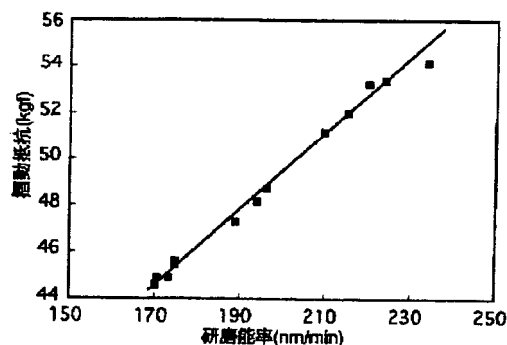
【図3】

図3



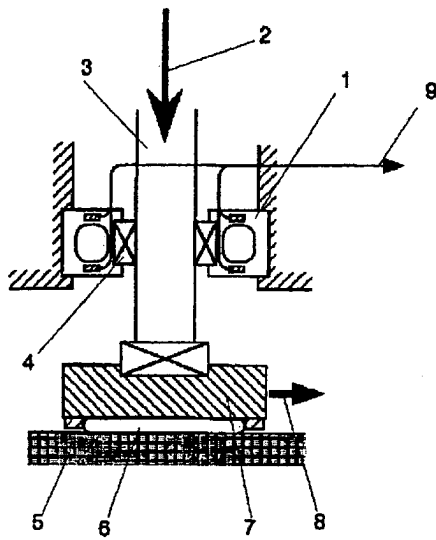
【図4】

図4



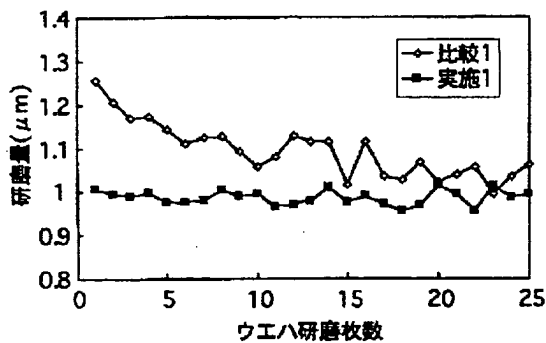
【図1】

図1



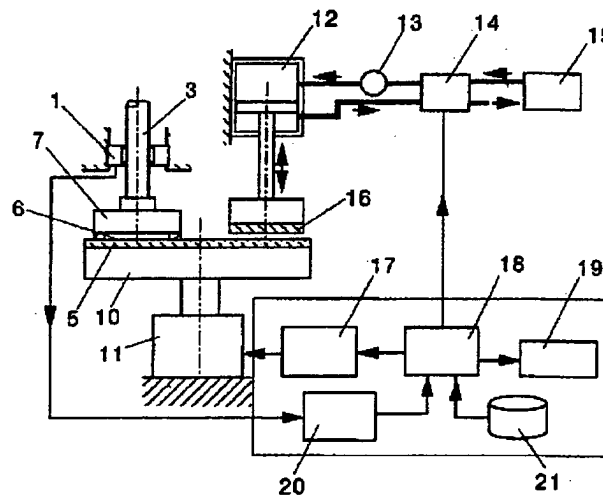
【図5】

図5



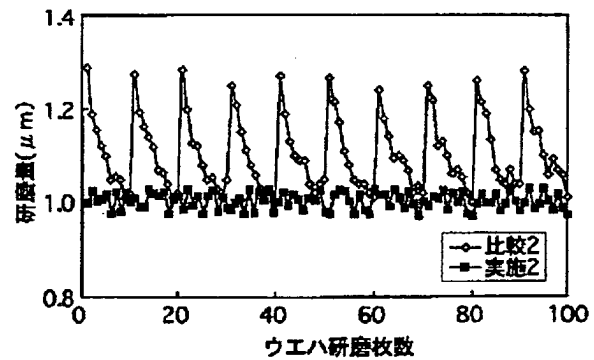
【図2】

図2



【図6】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 菅場 信雄  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 西口 隆  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内